

# **LASER HEAT TREATMENT DEVICE**

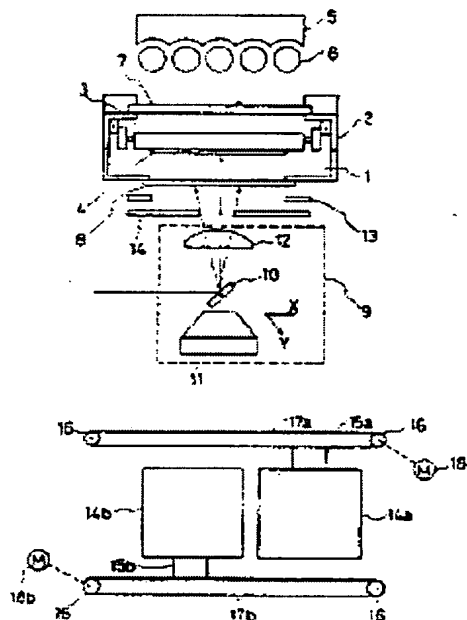
**Patent number:** JP1146320  
**Publication date:** 1989-06-08  
**Inventor:** NISHIMURA TADASHI; KUMAGAI HIROMI  
**Applicant:** TOKYO ELECTRON LTD; MITSUBISHI ELECTRIC CORP  
**Classification:**  
- international: **H01L21/20; H01L21/268; H01L21/02; (IPC1-7): H01L21/20; H01L21/268**  
- european:  
**Application number:** JP19870305281 19871202  
**Priority number(s):** JP19870305281 19871202

**Report a data error here**

## **Abstract of JP1146320**

**PURPOSE:**To obtain a device made it possible to prevent a part other than a part to be irradiated with a laser beam from being heated at a low cost by a method wherein the device is provided with means for shielding the incidence of the laser beam into a region other than a desired scanning region.

**CONSTITUTION:**A device for scanning and irradiating a part to be treated of a substrate 4 to be treated with laser beams to perform a heat treatment is provided with means for shielding the incidence of the laser beam into a region other than a desired scanning region. For example, light-shielding plates 13 and 14 for setting the scanning range of the laser beam are disposed in an array between a scanning part 9 and a quartz glass 8, which is the lower wall of a chamber 2. The plates 13 are formed annularly and their internal forms are provided in the same form as that of the semiconductor wafer 4 held by a susceptor 3. Moreover, the plates 14 are respectively constituted of two sheets of square light-shielding plates 14a and 14b and two sheets of the plates 14a and 14b are respectively connected to movable wire 17a and 17b by pulley 16, which are light-shielding plate sliding mechanisms, through arms 15a and 15b and can be moved motors 18a and 18b.



⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平1-146320

⑤ Int. Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

④ 公開 平成1年(1989)6月8日

H 01 L 21/20  
21/268

7739-5F  
7738-5F

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑬ 発明の名称 レーザ熱処理装置

⑭ 特 願 昭62-305281

⑮ 出 願 昭62(1987)12月2日

⑯ 発 明 者 西 村 正 兵庫県伊丹市瑞原4丁目1番地 三菱電機株式会社LSI  
研究所内  
⑯ 発 明 者 熊 谷 浩 洋 東京都新宿区西新宿1丁目26番2号 東京エレクトロン株  
式会社内  
⑰ 出 願 人 東京エレクトロン株式 東京都新宿区西新宿1丁目26番2号  
会社  
⑰ 出 願 人 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号

明 細 書

1. 発明の名称

レーザ熱処理装置

2. 特許請求の範囲

(1) 被処理基板の被処理部にレーザ光を走査照射して熱処理を行なう装置において、所望する走査領域以外へのレーザ光の入射を遮る手段を具備してなることを特徴とするレーザ熱処理装置。

(2) 走査領域以外へのレーザ光の入射を遮る手段は、可変自在に構成したことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載のレーザ熱処理装置。

3. 発明の詳細な説明

〔発明の目的〕

(産業上の利用分野)

本発明は、レーザ熱処理装置に関する。

(従来技術)

例えば、三次元デバイスの研究開発において基  
本となるSOI(Silicon On Insulator)形成技術  
には、カーボンストリップヒータによるゾーンメ  
ルティング法と、レーザ又は電子ビームによる局

所加熱法がある。上記ゾーンメルティング法は、  
被処理基板が高温にさらされる時間が長いため上  
記被処理基板にダメージを与えるという欠点があ  
る。また、上記電子ビームによる方法は、ビーム  
の制御性が良い反面、装置を真空に保たねばなら  
ない、電子ビームに対するマスク材料の選択が困  
難である、被照射領域が帯電する、照射によるデ  
バイスへのダメージがある等の欠点があり、また、  
レーザに比べて熱歪も大きい。三次元デバイスに  
要求される結晶成長技術には、低温プロセスが必  
須であることも考えるとSOI形成技術としては  
レーザアニール法が最適と考えられている。この  
レーザを利用した再結晶化技術では、現在数mmの  
長さの単結晶化が可能であり、三次元回路素子の  
試作も行なわれるようになって来ている。しかし  
ながら再結晶化メカニズムの解明は、まだ不十分  
であり、安定した技術とするためにはなお一層の  
研究が必要となっている。

上記レーザアニール装置は、物理的な形状を保  
ちながらレーザの熱エネルギーを被処理基板表面

層の改質に利用しようとするもので、ほぼ半導体に限定されている。

このようなレーザアニール装置は、例えば特公昭62-27532号公報に開示されているように、大出力レーザ光と同光路になるようにHe-Neレーザを設け、更に試料台全面或は試料台を透明材質で形成してこの試料台の下部に広いセンサを設ける。そして、上記試料台に半導体ウエハを載置し、この半導体ウエハの対向位置から上記He-Neレーザ光を照射して走査する。この時、大出力レーザ光は出力減衰或いは遮蔽されている。上記He-Neレーザ光は上記センサにより感知され、この感知状態では上記大出力レーザ光は出力減衰或いは遮蔽された状態を保ち、上記センサがHe-Neレーザ光を感知しない場合即ち半導体ウエハ上にHe-Neレーザ光が走査されてこのレーザ光が半導体ウエハにより遮蔽された場合に上記大出力レーザ光を照射する。このようにして半導体ウエハ上のみの大出力レーザ光照射を行っていた。

(発明が解決しようとする問題点)

を得るものである。

(作用効果)

所望する走査領域以外へのレーザ光の入射を遮る手段を具備したことにより、処理領域以外の部分の加熱を防止することができ、この加熱防止のため特別な冷却機構を必要とせず、装置をコンパクトにすることが可能となる効果が得られる。

(実施例)

以下、本発明装置を半導体ウエハのアニール処理に適用した一実施例につき図面を参照して説明する。

図示しない開閉機構例えばエアシリンダーにより例えば20mm程度相対的に開閉自在に、内部即ち処理室(1)を気密状態に形成する如く例えば円筒状アルミニウム製チャンパー(2)が設けられている。このチャンパー(2)により形成した処理室(1)内部にはθ方向の角度微調整可能な例えば円板状カーボングラファイト製サセプター(3)が設けられている。このサセプター(3)は図示しない真空装置に連設しており、被処理基板例えば半導体ウエハ(4)を下向

しかしながら上記従来の技術では、試料台全面にセンサを設けるか或いは試料台を透明な材料により形成するなどして装置が高価になってしまうという問題点があった。一般のアニール装置においては、半導体ウエハ載置部以外にレーザ光が照射されると試料台が高温となるため冷却機構を必要とする他、試料台が上記レーザ光による加熱に耐え得る材質により形成しなければならないため、これも装置が高価になってしまう等の問題点があった。

本発明は上記点に対処してなされたもので、安価でレーザ光の被照射部以外の部分を加熱防止することを可能としたレーザ熱処理装置を提供しようとするものである。

(発明の構成)

(問題点を解決するための手段)

本発明は、被処理基板の処理部にレーザ光を走査照射して熱処理を行なう装置において、所望する走査領域以外へのレーザ光の入射を遮る手段を具備してなることを特徴とするレーザ熱処理装置

きに吸着保持可能な如く設けられている。このサセプター(3)に保持した半導体ウエハ(4)を予備加熱するための加熱機構例えば多数の放物面を有する反射板(5)を備えた各放物面に対応して複数のIRランプ(Infrared Ray Lamp)(6)が、上記チャンパー(2)の上部に配設されている。この時、上記チャンパー(2)の上壁を透明な材質例えば石英ガラス(7)により構成し、この石英ガラス(7)を通して加熱のための赤外線例えば定格数キロワット程度の上記IRランプ(6)から照射可能な如く構成されている。このIRランプ(6)が備えている反射板(5)及び上記チャンパー(2)は、上記IRランプ(6)の影響で加熱してしまうため、これを例えば冷却水により冷却する。

また、上記チャンパー(2)の下壁は透明な材質例えば石英ガラス(8)により構成され、この石英ガラス(8)を通して下方から大出力レーザ光を照射自在に走査部(9)が配設されている。この走査部(9)は、X方向走査機構例えば旋回動式走査機構であるガルバノメータ・スキャナ(10)が設けられ、このガ

ルバノメータ・スキャナ(10)はY方向走査機構例えば高精度で微小送り可能なボールネジを用いた一軸移動の精密ステージ(11)上に設けられている。そして、上記ガルバノメータ・スキャナ(10)で走査されるレーザ光が定速で走査されるようにfθレンズ(12)が上記ステージ(11)上に設けられている。このように走査部(4)により、図示しないレーザ発振器から照射される例えば18ワットアルゴンイオンレーザ光を上記サセプター(3)に保持された半導体ウエハ(4)の表面に走査可能に構成されている。

この走査部(4)と上記チャンバ(2)の下壁である石英ガラス(5)との間には、上記レーザ光の走査範囲を設定するための光遮蔽板(13)(14)が並設している。この光遮蔽板(13)は、第2図に示すようにリング状に形成され内部形状が上記サセプター(3)に保持された半導体ウエハ(4)と同形状に設けられている。また、光遮蔽板(14)は例えば1辺が75mmの2枚の四角形状光遮蔽板(14a)(14b)により構成され、この2枚の光遮蔽板(14a)(14b)は各々腕

(15a)(15b)を介して光遮蔽板スライド機構例えばプーリー(16)により移動可能なワイヤ(17a)(17b)に接続している。この光遮蔽板スライド機構はモーター(18a)(18b)により上記光遮蔽板(14a)(14b)を毎秒10mmの速度でスライド移動可能な構成になっている。このようにしてレーザアニール装置が構成されている。

次に、上述したレーザアニール装置による半導体ウエハのアニール方法を説明する。

まず、アニール条件即ちY方向にステップ送りをしながらX方向の走査を行なう全域アニール、半導体ウエハ表面の部分的走査を行なう部分アニール、Y方向に一定移動を行ないながらノコギリ波状即ち擬似線状にX方向の走査を行なう擬似アニール、Y方向に連続送りしながらX方向の走査を行なう連続アニールのいずれによるアニール処理かを選択設定する。そして、半導体ウエハ(4)を板厚方向に縦列状に複数枚例えば25枚収納載置した図示しないウエハカセットから搬送機構例えばハンドアームにより1枚の半導体ウエハ(4)を抜き

取り、プリアライメントステージ(図示せず)上に載置する。この時、上記の搬送動作はハンドアームにより自動搬送してもよいが、上記半導体ウエハ(4)が単数であるならばピンセットにより直接上記プリアライメントステージ上へ載置してもよい。次に、このプリアライメントステージ上に載置した半導体ウエハ(4)を吸着保持し、この半導体ウエハ(4)を回転させる。この半導体ウエハ(4)周縁部に配置しているプリアライメントセンサー例えばフォトインタラプタ(図示せず)により半導体ウエハ(4)に形成されているオリエンテーション・フラット(以下オリ・フラと称する)を検出する。この検出動作は、ウエハ(4)の外周の角度に対する変化量(一次差分)を所定角度毎に求め、上記外周の変化量の変化(二次差分)を計算する。そして、算出した二次差分の最大値となる角度を調べ、オリ・フラ角度を求める。次にオリ・フラ平行合わせを行なうが、これはまず、予め定めた角度ずつθ方向へウエハ(4)を断続回転させて上記プリアライメントステージのセンターとオリ・フラの距

離の一番短い角度を求める。そして、オリ・フラの左と右(12mm間隔)の各4点(100μm)間隔の平均を求めて $\tan^{-1}$ により傾き角度を求めて回転させる。この動作をオリ・フラの傾き角度が所定の角度以下になるまで繰り返す。次にウエハ(4)センターサーチを行なう。これは、ウエハ(4)を90°ずつ回転し、ウエハ(4)外周の3点の座標を求めてウエハ(4)のセンターを計算する。これにより算出したウエハ(4)のセンターを所定の位置に移動する。このようにしてウエハ(4)のプリアライメント即ち位置合わせが完了する。

このプリアライメントを終えた半導体ウエハ(4)を図示しない搬送機構例えばトランスファアーム(図示せず)により吸着し、図示しない開閉機構により開かれたチャンバ(2)内に搬送してサセプター(3)により吸着保持する。この時、上記サセプター(3)は下向きであり、半導体ウエハ(4)を下向き支持するため、上記トランスファアームで半導体ウエハ(4)を搬送する際にトランスファアームが180°回転して半導体ウエハ(4)を反転した後

上記サセプター(3)に吸着保持させる。この半導体ウエハ(4)をサセプター(3)に保持する前に予め半導体ウエハ(4)の予備加熱例えば半導体ウエハ(4)をサセプター(3)直前でしばらく停止させて予備加熱を行なう。この予備加熱を行なうことにより、熱膨張による半導体ウエハ(4)の破損等を防止することができる。そして、上記開閉機構によりチャンバー(2)を閉じて内部を気密状態にする。

そして、板射板(5)を備えたIRランプ(6)で半導体ウエハ(4)が数百℃程度となるように加熱してからレーザ光によるアニール処理を行なう。このIRランプ(6)による均一な加熱により、レーザ光の局所的な発熱で発生する熱歪等を防止することができる。また、アニール時に上記チャンバー(2)内に例えば窒素のガスバージを行なうと温度均一性がより向上する。

そして、全域アニール、部分アニール、擬似アニール、連続アニールの内、予め選択したアニール処理を行なう。

このアニール処理例えば全域アニールは、まず、

ステージ(11)をY方向に指定されたピッチだけ移動し、上記走査動作を全域が終了するまで繰り返す。この時、Yステージの位置が10mm進んだら擬似円状走査のため上記ガルバノメータ・スキャナ(10)の振幅を変更し、走査開始位置まで駆動する。上記fθレンズ(12)で絞り込まれたレーザ光は半導体ウエハ(4)上で、数十～数百μm程度のビーム径となり、半導体ウエハ(4)の被処理部の温度は例えば1000℃以上になる。この熱により上記ウエハ(4)のアニール処理が行なわれる。

また、アニール処理のうち部分アニールは、まず、部分アニール長方形の大きさ・位置より上記ガルバノメータ・スキャナ(10)の振幅を決定する。そして、ビーム光遮断のために光路中に配置した図示しないシャッターのON/OFFパターンを例えば0.1mm単位で作成し、ガルバノメータ・スキャナ(10)コントローラにロードする。上記長方形パターンより上記ステージ(11)の位置を決め、そこに駆動する。また、ガルバノメータ・スキャナ(10)を走査開始位置まで駆動する。これによりレーザ

サセプター(3)に保持したウエハ(4)のサイズにより上記ガルバノメータ・スキャナ(10)の振幅を10mm毎に変化させて決定する。そして、ステージ(11)をウエハ(4)のサイズに対応する位置まで駆動し、更に上記ガルバノメータ・スキャナ(10)を走査開始位置まで駆動する。そして、上記光遮蔽板(14a)(14b)をモータ(18a)(18b)例えば2相ステッピングモーターの駆動により所望の速度でスライド移動して、上記光遮蔽板(14a)と光遮蔽板(14b)との間隔を最大にする。

次に、ビームプロファイルや光軸等の調整済みレーザ光を、図示しない反射鏡を介して走査部に送光する。ここでレーザ光はX方向走査機構例えば旋回動式走査機構であるガルバノメータ・スキャナ(10)とfθレンズ(12)で所望の一定速度となり、チャンバー(2)下壁に設けられた石英ガラス(9)を通して半導体ウエハ(4)上のX方向を上記ガルバノメータ・スキャナ(10)を指定速度で回転して走査する。このガルバノメータ・スキャナ(10)を例えば毎秒500mmの速度で戻す。そして、上記ス

光は長方形左上(または右上)から左(または右)に約10mmの位置に設定する。そして、ガルバノメータ・スキャナ(10)を指定速度で走査し、毎秒500mmの速度で元に戻す。そして、上記ステージ(11)を指定されたピッチだけ移動する。この動作を1行の長方形が終了するまで行なう。この長方形は半導体ウエハ(4)の外に出ることがないため、部分アニールでは擬似円状走査を行なう必要はない。部分アニールの長方形に合わせて上記シャッターをON/OFF即ちレーザ光のON/OFFを行なう動作は、1走査ライン毎に行なう。部分アニールを行なう場合、上記ガルバノメータ・スキャナ(10)の振幅がそのたびに異なるため、ガルバノドライバから出力される位置信号を用いて上記シャッターをON/OFFさせるのが位置ずれが少ない。そのため、走査エリア例えばウエハを微細に分割し、その各々の位置に対するシャッターのON/OFF情報をメモリにセットする。そして、位置信号をその値に対応するメモリよりON/OFF情報を読み出し、上記シャッターをON/OFFさせる。このようにシャッ

ターをON/OFFさせて半導体ウエハ(4)を部分的にアニール処理する。この場合、光遮蔽板(14a)(14b)は全域アニールの場合と同様にモーター(18a)(18b)例えば2相ステッピングモーターの駆動により、上記光遮蔽板(14a)と光遮蔽板(14b)との間隔を最大とする。

また、アニール処理のうち擬似線状アニールは、まず、線状アニールパラメータに従って上記マスク(14a)(14b)の間隔をモーター(18a)(18b)例えば2相ステッピングモーターの駆動によりX軸方向の設定アニール幅にスライド移動させ、また、ガルバノメータ・スキャナ(10)の振幅を決定する。そして、このガルバノメータ・スキャナ(10)の走査の中心位置を求め、その位置まで移動する。そして、ステージ(11)をY方向に加速距離即ちレーザ光走査及びステージ(11)移動が等速で安定するのに要する距離だけずらした位置に移動する。そして、上記ガルバノメータ・スキャナ(10)の走査を開始し、カウンターでステージ(11)の移動パルス数をカウントして指定位置に達した所即ち上記

加速距離を移動した所で上記シャッターをレーザ光路より退去させてレーザ光を照射する。更に、上記カウンターによりステージ(11)の移動パルス数をカウントし、走査終了位置に達した所で上記シャッターをレーザ光路中に進入させてレーザ光を遮断する。このようにして、上記半導体ウエハ(4)上の一部に擬似線状のアニール処理を行なう。

また、アニール処理のうち連続アニールは、まず、上記ステージ(11)のドライブを低速用に切り換え、連続アニールパラメータに従って上記マスク(14a)(14b)をモーター(18a)(18b)例えば2相ステッピングモーターの駆動によりスライド移動させ、また、ガルバノメータ・スキャナ(10)の振幅を決定する。そして、ガルバノメータ・スキャナ(10)の走査中心を求め、その位置まで移動する。そして、上記ステージ(11)をY方向に加速距離即ちレーザ光走査及びステージ(11)移動が等速で安定するのに要する距離だけずらした位置に移動する。そして、上記ガルバノメータ・スキャナ(10)をY方向の走査速度を所定の速度範囲で走査を開

始する。これは、擬似線状アニールと同様に指定位置即ち加速距離だけY方向に移動した位置に達した時点からレーザ光を半導体ウエハ(4)上に走査照射し、毎秒500cmの速度で元に戻る。この動作を上記ステージ(11)が指定位置に来るまで行ない終了する。このレーザ光走査時においてはステージ(11)が低速で連続的にY方向へ移動し、ガルバノメータ・スキャナ(10)によりX方向に走査して連続アニール処理を行なう。

このような4つのアニール処理条件を必要に応じて適宜選択してサセプター(3)で保持した半導体ウエハ(4)のアニール処理を行なう。

そして、アニール処理を終えた半導体ウエハ(4)は、図示しない搬送機構例えばトランスファーアームで吸着保持され開かれたチャンバー(2)から外部へ搬送される。この時、このトランスファーアームは180°回転して半導体ウエハ(4)を反転させて、ウエハカセットへ挿入する。

上記実施例では、X方向走査機構として第1回転式走査機構であるガルバノメータ・スキャナを使

用し、Y方向走査機構を精密ステージを用いて説明したが、所望の処理を実現できる走査機構であれば何れでもよく、ラスタスキャン方法、ベクタスキャン方法、X-Yステージを用いた方法、ポリゴンミラーと1軸ステージを組合わせて用いた方法、2個のガルバノメータ・スキャナを用いた方法でもよく、上記機構に限定するものではない。

また、マスクスライド機構としてブリーとワイヤを使用した実施例について説明したが、上記機構に限定するものではなく、例えばモーターとギヤを使用した機構やエアシリンダー、ソレノイド等を使用したスライド機構でも同様な効果を得ることができる。

以上述べたようにこの実施例によれば、所望する走査領域以外へのレーザ光の入射を遮る手段を具備したことにより、上記処理領域以外へのレーザ光の入射を完全防止することができ、このことにより処理領域以外の部分の加熱を防止することができる。また、この加熱防止することにより特別な冷却機構を必要とせず、装置をコンパクトに

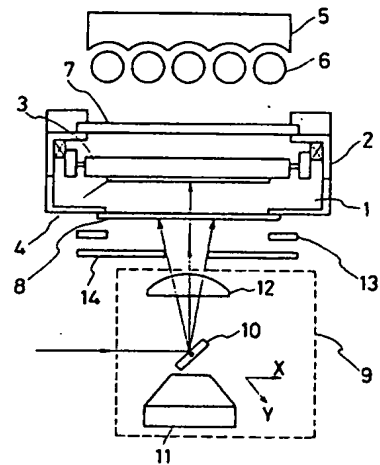
することができる。

4. 図面の簡単な説明

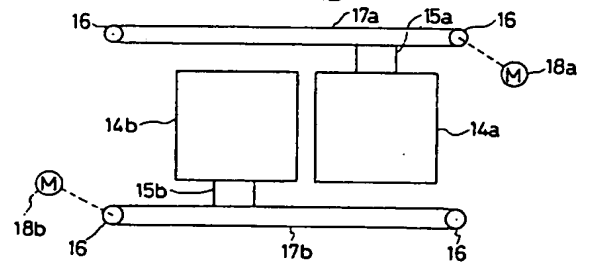
第1図は本発明装置の一実施例を説明するためのレーザーニール装置の構成図、第2図は第1図の光遮蔽板の一実施例説明図である。

- 2…チャンバー、 3…サセプター、  
4…半導体ウエハ、  
10…ガルバノメータ・スキャナ、  
11…精密ステージ、 12…fθレンズ、  
13,14…光遮蔽板、 16…プーリー、  
17…ワイヤ、 18…モーター。

第1図



第2図



特許出願人 東京エレクトロン株式会社  
三菱電機株式会社